



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 20 951 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 05 H 1/46
H 01 J 37/34
C 23 C 14/34

②1 Aktenzeichen: P 44 20 951.7
②2 Anmeldetag: 16. 6. 94
④3 Offenlegungstag: 21. 12. 95

B2

DE 4420951 A 1

⑦1 Anmelder:
Leybold AG, 63450 Hanau, DE

⑦4 Vertreter:
Schickedanz, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 63073
Offenbach

⑦2 Erfinder:
Maaß, Wolfram, Dr., 63526 Erlensee, DE; Ibl,
Vladimir, Dipl.-Ing., 61352 Bad Homburg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Einrichtung zum Erfassen von Mikroüberschlägen in Zerstäubungsanlagen

DE 4420951 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10. 95 508 051/200

8/29

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Um auf einem Substrat eine dünne Schicht eines bestimmten Materials aufzubringen, wird häufig das Kathoden-Zerstäubungsverfahren verwendet. Bei diesem Verfahren wird an einer Kathode, die mit einem zu zerstäubenden Target elektrisch in Verbindung steht, eine Gleich- und/oder Wechselspannung angelegt. Als Wechselspannung wird oft eine mittelfrequente Spannung verwendet, die eine Frequenz von einigen hundert Hz bis einige hundert kHz hat.

Bei diesem bekannten Kathodenzerstäubungsverfahren können Bogenentladungen zwischen dem Target und dem Substrat entstehen, die auch "Arcs" genannt werden. Diese Bogenentladungen zerstören nicht nur die auf dem Substrat herzustellende Schicht, sondern auch das Target.

Dies gilt in besonderem Maß für die Herstellung dielektrischer Schichten mittels der sogenannten Reaktivgasteknik, bei der zusätzlich zu dem Edelgas, dessen Ionen das Target zerstäuben sollen, ein Reaktivgas in den Rezipienten eingelassen wird, mit dem das zerstäubte Targetmaterial am Substrat chemisch reagieren kann. Soll beispielsweise eine dünne Schicht aus Al_2O_3 auf einem Substrat aufgebracht werden, besteht das zu zerstäubende Target aus Al, und es wird als Reaktivgas O_2 in die Zerstäubungs-Vakuumkammer eingelassen. Vor dem zu beschichtenden Substrat bildet sich dann Al_2O_3 , das sich auf dem Substrat niederschlägt.

Es sind bereits mehrere Einrichtungen vorgeschlagen worden, mit denen es möglich ist, auftretende Bogenentladungen zu unterbrechen oder erst gar nicht entstehen zu lassen (DE-OS 41 27 504, DE-OS 41 27 505, DE-OS 42 30 779, DE-OS 42 39 218). Diese Einrichtungen eignen sich jedoch entweder nicht für Anlagen, die mit Wechselspannungen arbeiten oder sie sind zur Erkennung und Unterdrückung von Überschlägen in der "Keimp-hase", d. h. von Kleinst-Überschlägen oder μ -Arcs, ungeeignet.

So ist aus der DE 41 27 505 eine Lichtbogenunterdrückung bzw. Arc-Unterdrückung bekannt, bei der die Erkennung von Arcs mittels Analog-Technik durch Differentiation du/dt erfolgt. Was als Arc erkannt wird, hängt von der Dimensionierung der Bauteile ab, wobei diese Dimensionierung schwierig ist, da $U(t)$ wegen der vorliegenden Wechselspannung ohnehin stark zeitabhängig ist. Eine zeitliche Feinabstimmung der Empfindlichkeit ist nicht vorgesehen. Es ist somit nicht möglich, einzelne μ -Arcs von einer μ -Arc-Kaskade zu unterscheiden.

Kleinst-Überschläge oder Micro-Arcs, die sich mit einem Oszilloskop beobachten lassen, treten nur während einer oder einigen Halbwellen der anliegenden Wechselspannung auf, also bei einer anliegenden Wechselspannung von 40 kHz nur für etwa 12,5 μ s oder einige Vielfache davon. Insbesondere bei leichtschmelzenden Zerstäubungstargets, etwa aus Al, führen diese Micro-Arcs zu Schädigungen der herzustellenden Schicht, da bereits die in den Micro-Arcs vorhandene Energie ausreicht, um kleinen Tropfen des Targetmaterials mit einem Durchmesser von einigen μ m abzuschmelzen und bis auf das Substrat zu verspritzen.

Das Auftreten der Micro-Arcs hängt mit dem Zustand des Targets zusammen. Wird ein neues bzw. gereinigtes Target mit einer völlig metallischen Oberfläche verwendet, treten die Micro-Arcs auch bei der reaktiven Zerstäubung kaum auf. Im Laufe des Zerstäubungsvorgangs bilden sich jedoch auf der Targetoberfläche dielektrische Schichten, die als Isolator wirken, wodurch die Häufigkeit der Micro-Arcs drastisch zunimmt. Gleichzeitig verschlechtert sich die Qualität der erzeugten Schichten. Abhilfe läßt sich z. B. dadurch schaffen, daß die Targets gereinigt werden.

Besonders für Beschichtungsanlagen, die mit einer Mittelfrequenz-Kathodenzerstäubung arbeiten, ist es deshalb wichtig, die Häufigkeit der auftretenden Micro-Arcs zu ermitteln, um erforderlichenfalls entsprechende Maßnahmen rechtzeitig zu ergreifen.

Diese Maßnahmen können z. B. in einer Arcunterdrückung oder in einer Targetreinigung bestehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zu schaffen, mit der es möglich ist, das Auftreten von Mikro-Überschlägen direkt an der oder den Kathoden festzustellen.

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Der mit der Erfindung erzielte Vorteil besteht insbesondere darin, daß rechtzeitig vor dem Auftreten ernsthafter Beschädigungen am Substrat oder am Target Maßnahmen ergriffen werden können, um diese Beschädigungen zu verhindern. Hierzu werden die auftretenden Mikro-Überschläge erfaßt. Ein großer Überschlag oder "Makro-Arc" wird durch eine ununterbrochene Folge von Mikro-Überschlägen repräsentiert. Eine Maßnahme, die Beschädigung von Substraten oder Targets zu verhindern, besteht in der Reinigung des Targets. Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß die Empfindlichkeit des Detektors, mit dem die Mikro-Überschläge festgestellt werden, prozeßrelevant eingestellt werden kann. Weiterhin ist es möglich, die Anzahl der Mikro-Überschläge pro Zeiteinheit zu bestimmen. Gegenüber bekannten Einrichtungen lassen sich die wesentlichen Elemente der Erfindung mit kleinsten Bauelementen realisieren, da keine Leistungsteile verwendet werden. Während bei bekannten Anlagen oft schreibischgroße Vorrichtungen erforderlich sind, ist die erfindungsgemäße Vorrichtung nur streichholzschachtelgroß.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine Zerstäubungsanlage mit einer Einrichtung zum Erkennen und Zählen von Micro-Arcs;

Fig. 2 eine Detaildarstellung des bereits in Fig. 1 als Block dargestellten Arc-Detektors;

Fig. 3 eine Darstellung der Elektrodenspannung einer Kathode über der Zeit;

Fig. 4 eine weitere Darstellung der addierten Elektrodenspannung von zwei Kathoden über der Zeit mit zugeordneten Zeitimpulsen;

Fig. 5 die Betriebsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Zählen der Arcs in Form eines Flußdiagramms.

In der Fig. 1 ist eine Zerstäubungsanlage 1 gezeigt, die eine Einrichtung aufweist, mit der es möglich ist, kleine Bogenüberschläge zu erkennen und zu zählen. Diese Anlage weist ein Substrat 2 auf, das mit einer dünnen

Schicht 3 versehen werden soll. Diesem Substrat 2 liegen zwei Targets 4, 5 gegenüber, welche die Form von langgestreckten Rechtecken aufweisen und die zu zerstäuben sind. Die Targets 4, 5 stehen jeweils über eine im Schnitt U-förmige Targethalteplatte 6, 7 mit jeweils einer Elektrode 8, 9 in Verbindung. Die Elektroden 8, 9 können Teil eines Magnetrons sein, was jedoch in Fig. 1 nicht dargestellt ist. Zwischen Targets 4, 5 und Targethalteplatten 6, 7 sind Kühlkanäle 11 bis 14 vorgesehen.

Sehr ähnlich zu Gleichspannungs-Zerstäubungsanlagen, bei denen die an einer Kathode liegende Gleichspannung die Ionen direkt beschleunigt, liegt bei der in der Fig. 1 gezeigten Anlage eine Spannung an den Elektroden 8, 9, die von einer Mittelfrequenzquelle 20 abgegeben wird, wobei aber die Polarität der Spannung ständig so wechselt, daß eine der Elektroden Kathode ist und die andere Anode und umgekehrt. Aufgrund dieser Mittelfrequenz-Spannung, welche die Frequenzen von einigen hundert Hz bis einigen hundert kHz haben kann, entsteht vor den Targets 4, 5 ein Plasma, aus dem Teilchen, z. B. Argon-Ionen, auf die Targets 4, 5 beschleunigt werden und dort Partikel ausschlagen, die ihrerseits aufgrund ihrer kinetischen Energie in Richtung auf das Substrat 2 wandern und sich dort als Schicht 3 niederschlagen.

Für die Steuerung der dargestellten Anordnung kann ein Prozeßrechner 58 vorgesehen werden, der Meßdaten verarbeitet und Steuerbefehle abgibt. Diesem Prozeßrechner 58, dessen Regelungsteil in der Fig. 1 mit 44 bezeichnet ist, können beispielsweise die Werte des gemessenen Partialdrucks in der Prozeßkammer zugeführt werden. Aufgrund dieser und anderer Daten kann der Prozeßrechner z. B. den Gasfluß über Ventile 22, 23 regeln, die in Gaszuführungsleitungen 24, 25 liegen, die mit Gasbehältern 26, 27 in Verbindung stehen.

Die Elektroden 8, 9 sind derart auf Isolatoren 28, 29 bzw. 30, 31 gelagert, daß sich ihre ebenen Targetflächen in einer schrägen Position zur Ebene des Substrats befinden. Diese Isolatoren 28, 29 bzw. 30, 31 sind rechteckförmige Rahmen. Eine Anlage mit zwei Elektroden, die ähnlich aufgebaut ist wie die in der Fig. 1 gezeigte Anlage, ist aus der DE-A-40 10 495 bekannt.

Die Gaszuführungsleitungen 24, 25 führen über weitere Gasleitungen 36, 37 zu Gasduschen 32, 33, die von Abschirmungen 34, 35 umgeben sind. Das Substrat 2 ist am Boden 38 eines Kessels 39 isoliert angeordnet, auf dem ein Deckel 40 liegt. Dieser Deckel weist in der Mitte zwei Einbuchtungen 41, 42 auf, in denen sich die Elektroden 8, 9 befinden.

Während die beiden Elektroden 8, 9 mit dem Mittelfrequenzsender 20 verbunden sind, liegt das Substrat 2 an einer Hochfrequenzquelle 43, die ihrerseits mit einer Regelung 44 in Verbindung steht. Die Hochfrequenzquelle 43 ist wegen dem Substrat-Bias vorgesehen. Die erwähnte Regelung 44, die Teil des Prozeßrechners 58 ist, steuert die Gasventile 22, 23. Da die Regelung 44 nicht selbst Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist, wird nicht näher auf sie eingegangen. Sie verwendet z. B. ein A + B-Signal, das weiter unten noch näher beschrieben ist, mit einem entsprechenden Soll-Wert aus dem den Gesamtprozeß steuernden Rechner 58, um den Prozeß zu stabilisieren. Die beiden Ausgänge 45, 46 des Mittelfrequenzsenders 20, der vorzugsweise eine Spannung von 40 kHz zur Verfügung stellt, sind gleichspannungs-potentialfrei und symmetrisch zueinander. Sie sind außer mit den Elektroden 8, 9 auch noch mit einem Spannungs-Additions-Glied 47 verbunden, das die auf einige Volt herabtransformierte Summenspannung beider Kathoden an einen Zeitgeber oder Timer 49 weitergibt. Die über die Zeit gemittelte Summenspannung kann außerdem in der Regelung 44 zu Regelungszwecken verwendet werden. Der Timer 49 verwendet die Anstiegsflanken der Elektrodenspannung als Kriterium, um die übrigen elektronischen Einrichtungen zu synchronisieren. Am Timer 49 lassen sich verschiedene Zeiten T_1 , T_2 erstellen, was durch die regelbaren Widerstände 50, 51 angedeutet ist. Durch die Zeiten T_1 und T_2 wird die Position und die Länge eines Meßfensters eingestellt. Ein Ausgang des Timers 49 ist über Leitungen 78, 79, 80, die hier nur als eine Leitung dargestellt sind, mit dem Eingang eines Arc-Detektors 53 verbunden, der seinerseits mit einem Arc-Zähler 54 in Verbindung steht. Der Arc-Zähler 54 kann durch einen Mikroprozessor realisiert sein, der durch ein spezielles Programm gesteuert wird. Zum Zwecke der Synchronisation ist außerdem zwischen dem Zeitgeber 49 und dem Arc-Zähler 51 eine Synchronisationsleitung 55 vorgesehen. Über diese Leitung gehen Impulse, die weiter unten in Fig. 4 noch näher dargestellt sind. Außerdem führt von der Spannungsaddition 47 eine Leitung 60 zum Arc-Detektor 53, dessen Empfindlichkeit einstellbar ist, was durch einen regelbaren Widerstand 61 angedeutet ist. Vom Arc-Zähler 54 führt eine Leitung 56 weg, auf der sich das Analog-Signal $U = 2 \cdot \log(N + 1)$ befindet. Dieses Signal führt zu einem für die Gesamtsteuerung und für die Visualisierung verantwortlichen Rechner 58.

In dem Addierer 47 werden die beiden auf den Leitungen 45, 46 anliegenden Spannungen dynamisch addiert und gleichzeitig auf ein Niveau von einigen Volt herabtransformiert. Das Ergebnis dieser Transformation ist in der Fig. 4 dargestellt. Dynamisch addiert heißt, daß $(A + B)(t) = A(t) + B(t)$ bestimmt wird, d. h. daß keine Mittelwerte oder dergleichen aufaddiert werden, wie es bei der Regelung 44 der Fall ist.

Die addierten Spannungen A + B werden einerseits zur Synchronisation des Timers 49 verwendet und andererseits zur Feststellung der Mikroüberschläge durch einen Arc-Detektor 53. Der Timer 49 erzeugt ein Synchronisationssignal (Zeile 2 in Fig. 4) und ein weiteres Signal (Zeile 3 in Fig. 4) zur Festlegung eines Meßfensters bzw. Meßintervalls.

Der Arc-Detektor 53 ist im wesentlichen ein Komparator, der innerhalb des Meßfensters den aktuellen Wert der Spannung A + B mit einem Triggerwert (vgl. 115 in Fig. 4) vergleicht. Fällt innerhalb des Meßfensters die Spannung A + B unter diesen Triggerwert 115, dann wird — ebenfalls synchronisiert — ein OK-Signal für $T/2$, d. h. von 12,5 μ s bei einer Sonderfrequenz von 40 kHz, auf Null gesetzt. Wenn die nachfolgende Halbwelle im A + B-Signal in Ordnung ist, d. h. wenn sie innerhalb des Meßfensters stets über dem Triggerwert 115 liegt, wird das OK-Signal wieder auf "1" gesetzt.

Da erst nach dem Ende einer Halbwelle festgestellt werden kann, ob ein Mikroüberschlag im obigen Sinn vorhanden war, erfolgt das Schalten des OK-Signals um $T/2$ zeitverzögert. Über die Werte des Triggers und die Dauer der Lage des Meßfensters (2. und 3. Zeile in Fig. 4) läßt sich die Empfindlichkeit des Arc-Detektors 53 einstellen. Hierin besteht ein entscheidender Vorteil der Erfindung gegenüber dem bisher bekannten Stand der

Technik. Mit 15 ist eine Leitung bezeichnet, über welche der Sender 20 abgeschaltet werden kann, so daß die Leistungsversorgung zu den Elektroden 8, 9 unterbunden wird.

In der Fig. 2 ist das Kernstück des Arcdetektors der Fig. 1 näher dargestellt. Man erkennt hierbei, daß das aus der Spannungsaddition 47 kommende Signal $A + B$ auf den Eingang eines Vergleichers 70 gegeben wird, der über einen Widerstand 90 mit einer Leitung 71 in Verbindung steht, die mit einem Triggersignal beaufschlagt wird. Das Triggersignal auf der Leitung 71 kommt von dem Potentiometer 61 des Arc-Detektors 53. Von den beiden Ausgängen 72, 73 des Vergleichers 71 ist der Ausgang 73 mit einem NAND-Glied 74 verbunden, während der andere Ausgang mit einem D-Flipflop 75 in Verbindung steht. Ein Ausgang 76 dieses D-Flipflops 75 ist mit einem Eingang eines weiteren D-Flipflops 77 verbunden, dessen zweiter Eingang 78 mit einer Meßintervallinformation beaufschlagt wird, die auch einem Eingang 79 des D-Flipflops 75 und einem Eingang 80 des NAND-Glieds 74 zugeführt ist. Die Eingänge 78, 79, 80 sind mit dem Ausgang des Timers 49 der Fig. 1 verbunden. Der Arc-Detektor 53 ist für die vorliegende Erfindung von wesentlicher Bedeutung. Er ist speziell für das Erkennen von Mikro-Überschlägen im Falle des Mittelfrequenz-Sputterns ausgelegt. Seine Besonderheiten bestehen darin, daß nicht der Strom zur Erkennung der Mikro-Überschläge herangezogen wird, sondern die Spannung. Dabei wird die aktuelle Spannung jeweils pro Halbwelle in einem entsprechenden Meßfenster mit einem einstellbaren Triggerwert verglichen. Die Länge des Meßfensters und der Anfangszeitpunkt, bezogen auf einen Synchronisationsimpuls, sind einstellbar.

Die Funktionsweise der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Anordnungen wird im einzelnen weiter unten beschrieben. Zunächst soll jedoch anhand der Fig. 3 und 4 noch einmal genauer erläutert werden, welche Vorgänge beim Zerstäubungsprozeß ablaufen, die im Zusammenhang mit der Erfindung von Interesse sind.

In der Fig. 3 ist der Verlauf der Spannung an einer der Kathoden 8 oder 9 in Form eines Oszilloskop-Bildes dargestellt. Im Prinzip sind die Spannungen an beiden Kathoden 8, 9 gleich. Die Spannung an der Kathode 8 ist lediglich 180 Grad oder bei 40 kHz um $12,5 \mu s$ gegenüber der Spannung an der Kathode 9 phasenverschoben. Man erkennt hierbei, daß dann, wenn keine Mikro-Überschläge auftreten, die Spannung $U_{\text{Elektrode}}$ von einem Wert Null Volt innerhalb von ca. $10 \mu s$ auf einen Wert von knapp -1.500 Volt ansteigt, um dann innerhalb weiterer ca. $10 \mu s$ wieder auf den Null Volt zurückzugehen. Dieser Vorgang wiederholt sich z. B. bei einer Senderfrequenz von 40 kHz periodisch alle $25 \mu s$, was durch die Spannungsspitzen 100 bis 103 gekennzeichnet ist. Tritt nun im Zeitpunkt t_1 ein Mikro-Überschlag auf, dann bricht die Spannung innerhalb weniger ns zusammen, d. h. sie geht auf 0 V zurück. Je nach "Schwere" des Überschlags kann die Spannung bereits in der nächsten Halbwelle wieder ihren normalen Verlauf zeigen, wie er z. B. bei 104, 105 angedeutet ist, oder ein Spannungsanstieg erfolgt nur noch partiell in der nächsten Halbwelle, z. B. 108, oder es erfolgt ein totaler Spannungszusammenbruch über mehrere bis viele Halbwellen, was einen "kräftigen Überschlag" bedeutet. In der Abb. 3 ist ab etwa dem Zeitpunkt von $95 \mu s$ der Aufbau eines "kräftigen Überschlags" oder "hard arc" anhand des Oszilloskop-Bildes dokumentiert.

In der Fig. 4 sind die Zusammenhänge noch einmal näher dargestellt. Bei dem dort gezeigten Signal 110 handelt es sich allerdings nicht um die Spannung an einer der Elektroden 8, 9, sondern um das Summensignal aus beiden Spannungen, das von dem Summenbildner 47 (Fig. 1) abgegeben wird. Auch dieses Signal hat zunächst einen periodischen Verlauf, was durch die etwa auf gleicher Höhe liegenden Bereiche 111 bis 113 angedeutet wird. Tritt nun zum Zeitpunkt t_2 ein Mikro-Überschlag auf, so bricht die Spannung zusammen, was durch die Position 114 gekennzeichnet ist. Weitere Mikro-Überschläge treten zu den Zeitpunkten t_3 und t_4 auf, da auch an diesen Stellen die Spannung zusammenbricht, die sich zwischenzeitlich wieder aufgebaut hatte. Die gestrichelte Linie 115 bezeichnet einen Triggerwert, dessen Unterschreitung im Meßintervall bestimmte Schalthandlungen auslöst. Unterhalb der Darstellung der Spannungskurve 110 sind Synchronisationsimpulse über die gleiche Zeitachse aufgetragen. Diese Synchronisationsimpulse 120 bis 128 weisen einen Abstand von $12,5 \mu s$ auf. Sie werden vom Timer 49 auf den Arc-Zähler 54 gegeben, wie bereits in Fig. 1 angedeutet.

Im gleichen zeitlichen Abstand von $12,5 \mu s$ sind unterhalb der Synchronisationsimpulse 120 bis 128 die Meßintervallimpulse 130 bis 138 dargestellt. Diese Impulse 130 bis 138 stellen den dynamischen Ablauf auf den Leitungen 78, 79, 80 dar.

Unterhalb der Meßintervalle ist der Verlauf eines OK-Signals mit den Pulsen 140, 142 dargestellt, das dem Arc-Zähler 54 die Möglichkeit gibt, die μ -Arcs zu zählen.

Die Fig. 5 zeigt ein Signalfluß-Diagramm, welches die Steuerung des Mikroprozessors andeutet, durch den der Arc-Zähler 54 im wesentlichen realisiert wird. Wird die Anlage 1 gestartet, so wird zunächst auf die Synchronisation gewartet, was durch Block 200 angedeutet ist. Die Zahl N der bislang aufgetretenen Mikro-Überschläge ist zu diesem Zeitpunkt selbstverständlich noch Null. Liegt die Synchronisation vor, wird geprüft, ob ein "OK-Signal" kommt (Block 201). Trifft dies nicht zu, wird die Zahl N der bereits aufgetretenen μ -Arcs um 1 erhöht. Anschließend wird geprüft, ob die Meßzeit abgelaufen ist (Block 203).

Ist die Meßzeit abgelaufen (Block 203), wird ein Analogsignal $2 \times \log(N + 1)$ aus Block 204 ausgegeben. Ist die Meßzeit jedoch noch nicht abgelaufen, wird wieder auf eine Synchronisation gewartet.

Nachdem das Analogsignal $2 \times \log(N + 1)$ von Block 204 abgegeben wurde, wird in Block 25 die Zahl N wieder auf 0 gesetzt. Wenn der Prozeß noch läuft, wird der gesamte Vorgang ab Block 200 erneut in Form einer Schleife durchlaufen, bis der Prozeß beendet ist.

Als Meßzeit kann 1 Sekunde, aber auch 10 Sekunden, 1 Minute oder 1 Stunde gewählt werden.

Über eine z. B. in einem EPROM abgespeicherte Tabelle wird die Anzahl der in der Meßzeit gezählten Überschläge in ein analoges Signal umgewandelt, das nach außen weitergeleitet wird. Dabei liegt der Tabelle eine logarithmische Skala zugrunde. Im bereits erwähnten Beispiel von 40 kHz könnten theoretisch 80.000 Überschläge auftreten. Damit hätte die Tabelle folgende Form:

Anzahl der Überschlüge	Abgegebene Spannung
80 000	10 V
8 000	8 V
800	6 V
80	4 V
8	2 V
0	0 V

5

Durch das Logarithmieren sind folglich leicht bis zu 80.000 Mikro-Überschlüge pro Sekunde erfaßbar.

10

Patentansprüche

1. Einrichtung zum Erfassen von Mikroüberschlägen in Zerstäubungsanlagen, bei denen ein zu beschichtendes Substrat wenigstens einer Zerstäubungselektrode gegenüberliegt und eine Elektrode mit einem Target vorgesehen ist, die an einer Mittelfrequenz liegt, **gekennzeichnet durch**
 - a) eine Einrichtung (53) zum Erkennen von Mikroüberschlägen;
 - b) eine Einrichtung (54) zum Zählen der Anzahl der auftretenden Mikroüberschläge;
 - c) eine Einrichtung (15, 58, 44), die bei Vorliegen einer bestimmten Zahl von Mikroüberschlägen oder bei Vorliegen einer bestimmten Häufigkeit von Mikroüberschlägen Maßnahmen zum Verhindern von großen Überschlägen trifft.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung (49) zum Erzeugen eines einstellbaren Meßfensters vorgesehen ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung (49) zum Erzeugen von Synchronisationssignalen vorgesehen ist.
4. Einrichtung nach den Ansprüchen 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (49) zum Erzeugen eines einstellbaren Meßfensters und von Synchronisationsimpulsen ein Timer ist, der seinerseits durch die ansteigenden Flanken der Spannung an einer Zerstäubungselektrode (4, 8; 5, 9) synchronisiert wird und aus dieser Information sowie aus den Werten einstellbarer Widerstände die Lage und Dauer eines Meßfensters in Form eines ersten Signals (78, 79, 80) und die Synchronisationsimpulse in Form eines zweiten Signals (120 ... 128) zur Verfügung stellt.
5. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Erkennen der Mikroüberschläge ein Vergleichs (53) ist, der die an der Elektrode (8 oder 9) anliegende Spannung mit einer vorgegebenen und einstellbaren Spannung (115) vergleicht und dann, wenn die Elektrodenspannung diese vorgegebene Spannung (115) unterschreitet, ein Signal abgibt, das einen Mikroüberschlag kennzeichnet.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (53) zum Erkennen von Mikroüberschlägen nur dann ein Signal abgibt, wenn die Elektrodenspannung innerhalb des Meßfensters den Wert der vorgegebenen Spannung (115) unterschreitet.
7. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (54) zum Zählen des Signals (93), das einen Mikroüberschlag repräsentiert, dieses Signal über ein festes Meßintervall hinweg zählt, z. B. über 1 Sekunde, 10 Sekunden, 1 Minute oder 1 Stunde.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die in einem Meßintervall gezählten Überschläge in ein analoges Signal umgewandelt werden, das mittels einer Anzeigevorrichtung angezeigt werden kann.
9. Einrichtung nach den Ansprüchen 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Kathoden (8, 9) vorgesehen sind und die Spannungen an diesen Kathoden in einem Addierer (47) überlagert werden, wobei das Ausgangssignal des Addierers (47) sowohl der Einrichtung (49) als auch der Einrichtung (53) zum Erkennen der Überschläge zugeführt wird.
10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungen an den Kathoden (8, 9) in einem Addierer (47) dynamisch addiert und gleichzeitig auf ein Niveau von einigen Volt herabtransformiert werden.

15

20

25

30

35

40

45

50

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -

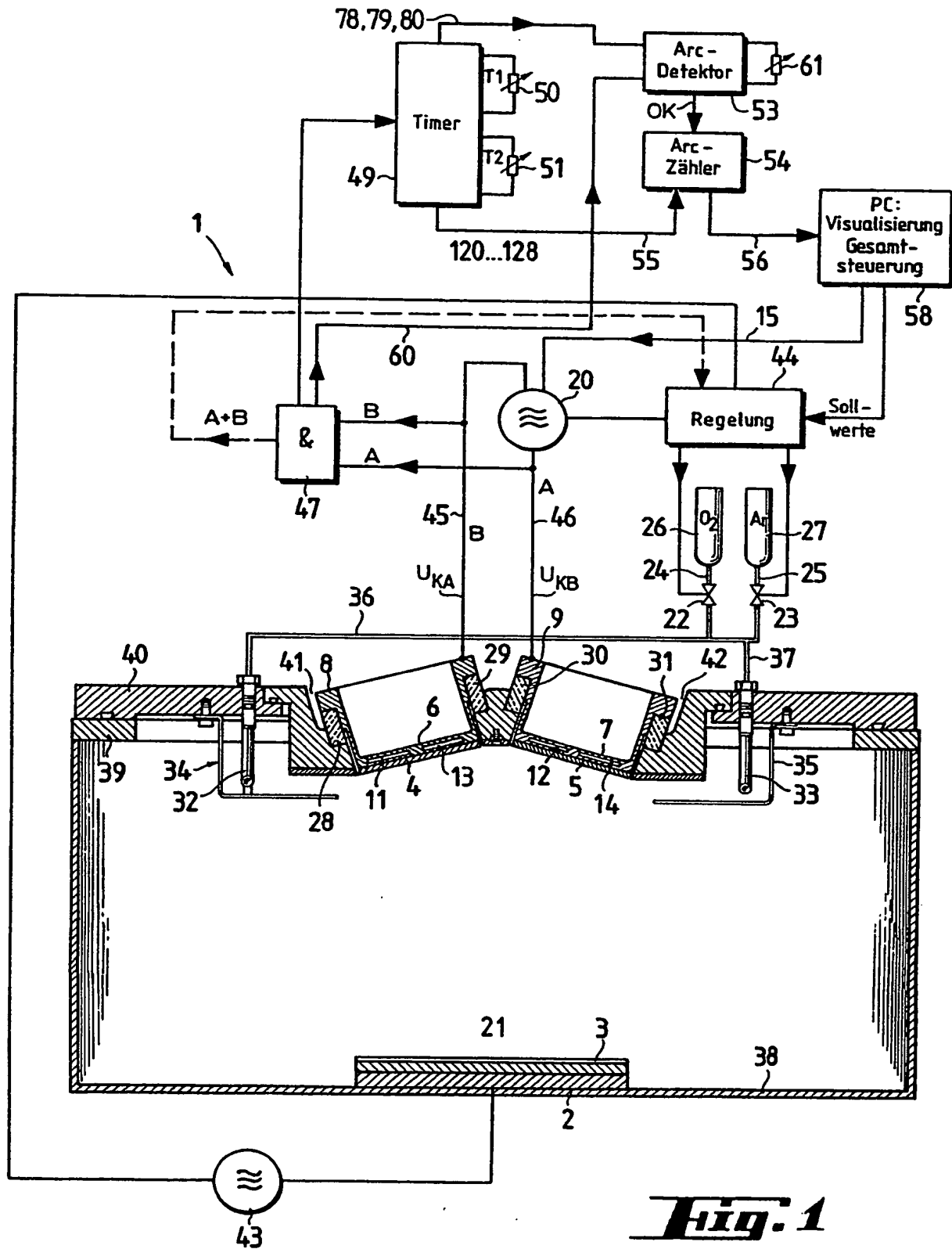


Fig. 1

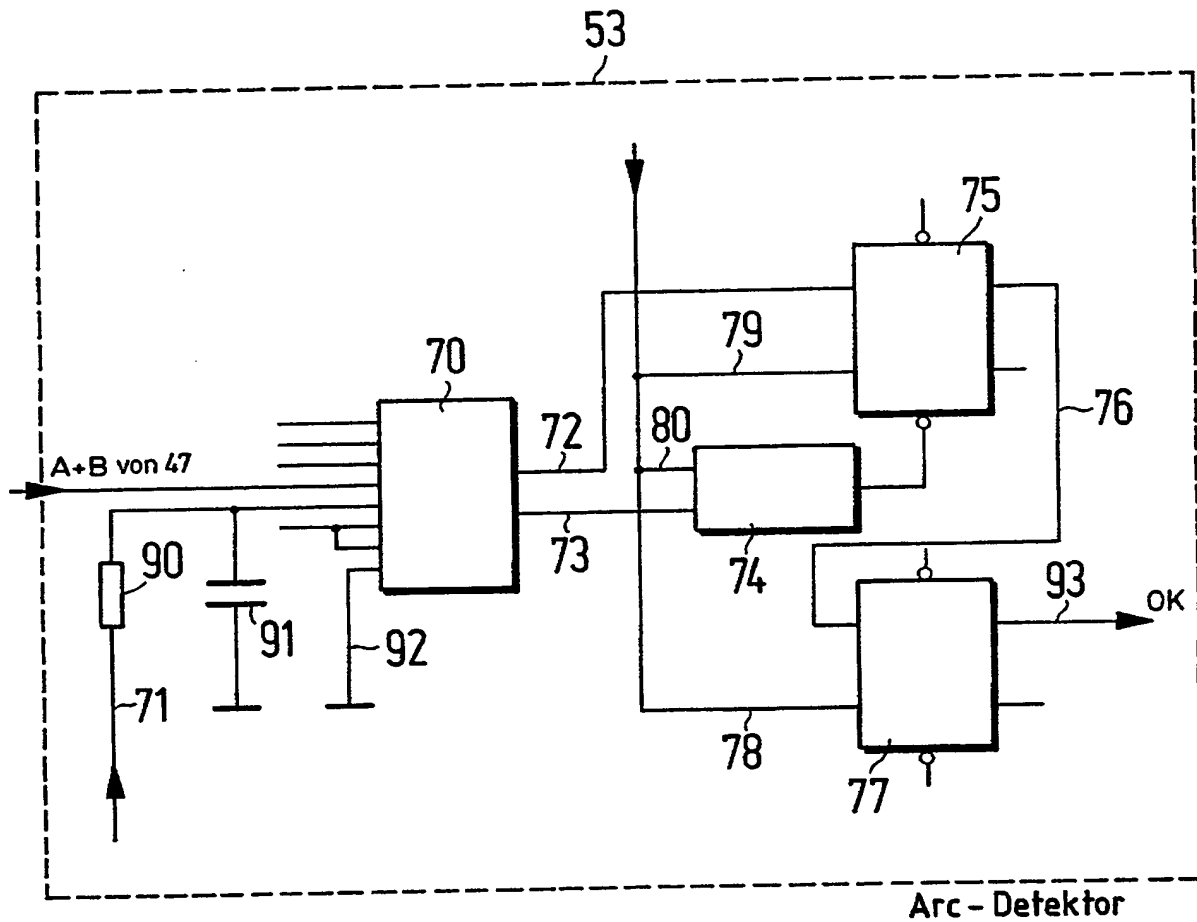


Fig. 2

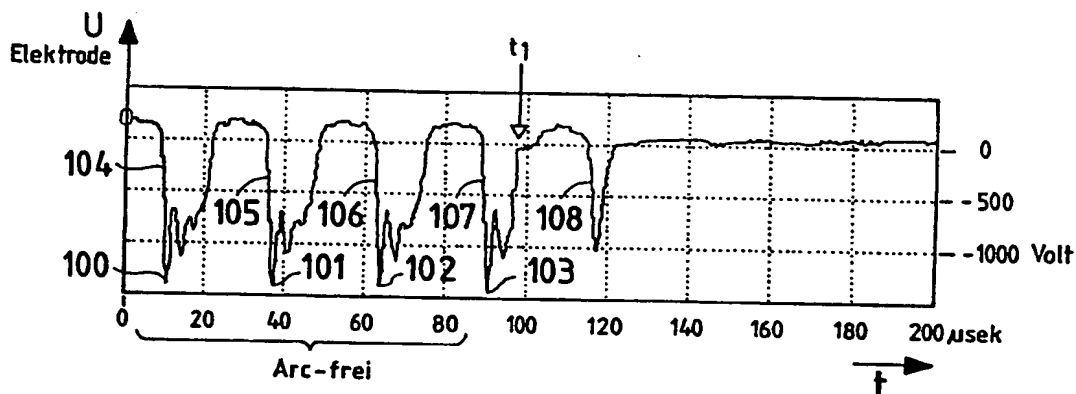


Fig. 3

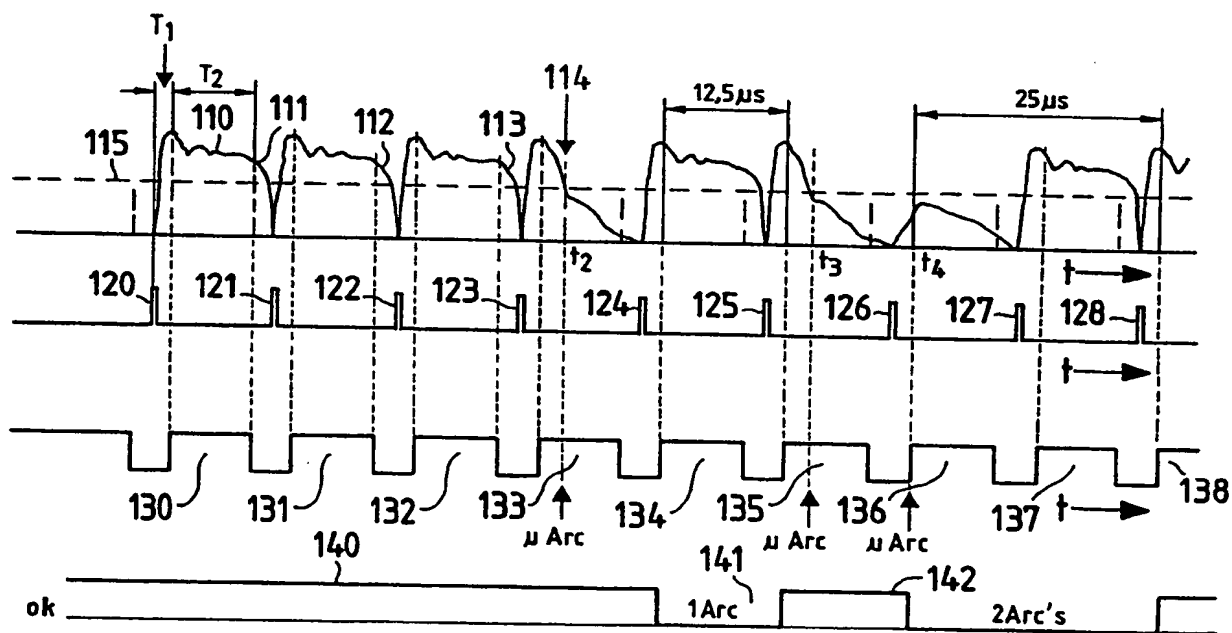


Fig. 4

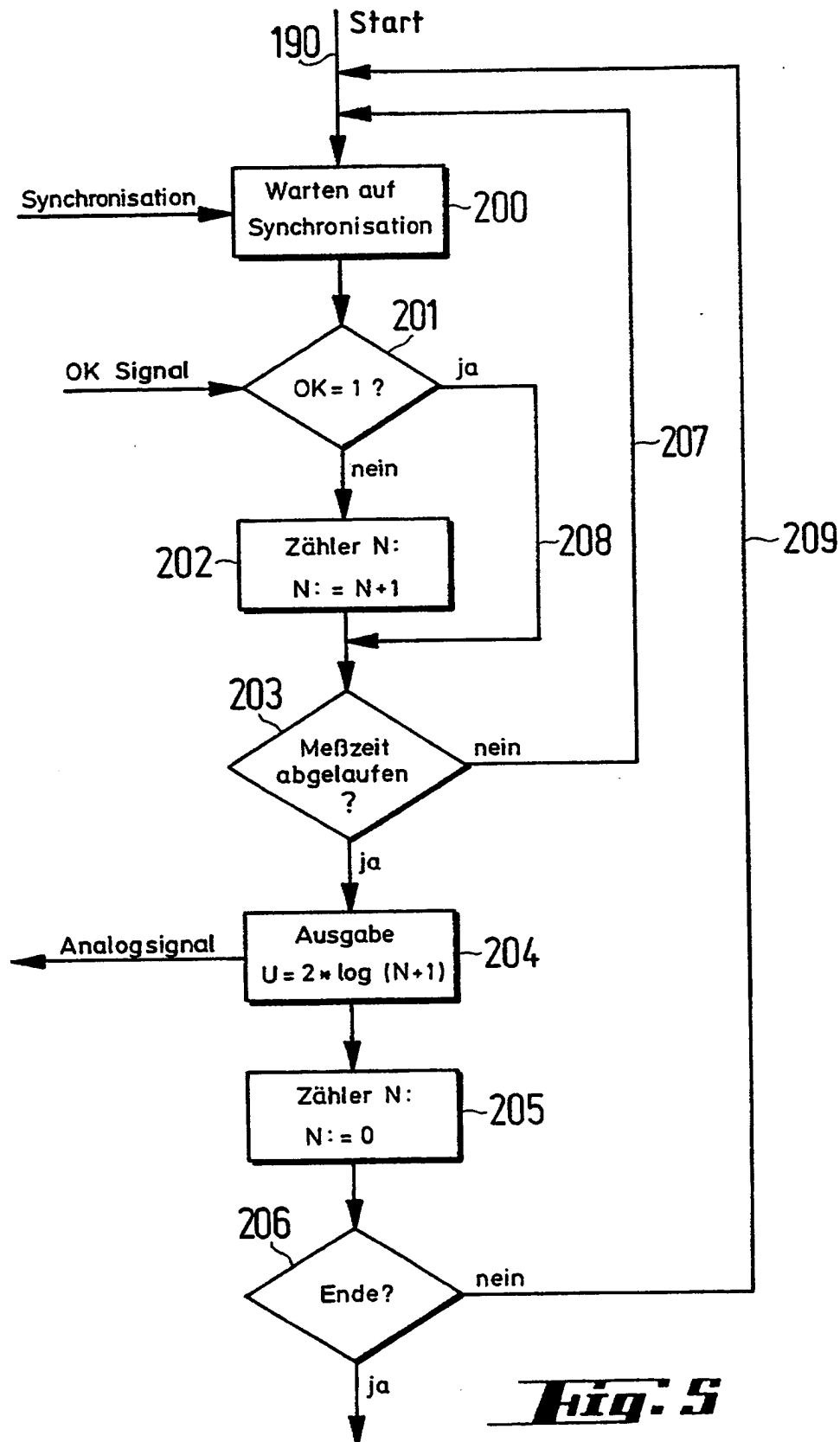


Fig. 5